



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 62 956 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 100 62 956.3  
⑳ Anmeldetag: 16. 12. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 20. 6. 2002

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 01 D 53/88**  
B 01 D 53/94  
F 01 N 11/00  
F 01 N 3/023  
B 01 D 46/44  
B 01 D 46/48

DE 100 62 956 A 1

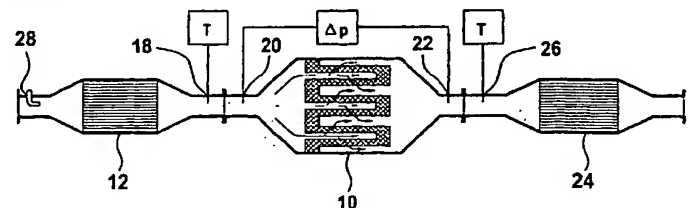
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Grieshaber, Hermann, 72631 Aichtal, DE;  
Vogtmann, Hans-Joerg, 70771  
Leinfelden-Echterdingen, DE; Mahr, Bernd, Dr.,  
73207 Plochingen, DE; Dürnholz, Manfred, Dr.,  
71720 Oberstenfeld, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Abgasreinigungsanlage und Verfahren zur Abgasreinigung

⑤7 Abgasreinigungsanlage mit einem in einem Abgastrakt vorgesehenen CRT-Filter (10) und/oder einer Katalysatoranordnung (1), wobei Mittel (2a, 2b; 12, 16, 18, 20, 22, 26, 28; 300, 305) zum Anpassen der Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau im CRT-Filter (10) bzw. für einen wirksamen Betrieb der Katalysatoranordnung (1) erforderliche Temperatur vorgesehen sind.



DE 100 62 956 A 1

BEST AVAILABLE COPY

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Abgasreinigung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 16.

5

## Stand der Technik

**[0002]** Insbesondere bei Kraftfahrzeugen mit einem Dieselmotor ist es aus Gründen des Umweltschutzes nützlich, die Abgase von Partikeln zu befreien. Zunehmend zwingen daher verschärfte Abgasgesetze die Motoren- und Kraftfahrzeughersteller zur Verwendung von Partikelfiltern für Dieselfahrzeuge. Ein bewährtes Partikelfilter ist das CRT-Filter ("continuously regenerating trap filter"). Eine Abgasreinigungsanlage mit einem CRT-Filter arbeitet grundsätzlich so, dass in einem Oxidationskatalysator, welcher in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter angeordnet ist, das durch die motorische Verbrennung entstandene NO zu NO<sub>2</sub> umgewandelt wird. In dem sich anschließenden CRT-Filter wird dann ein Teil des Sauerstoffs des in den CRT-Filter einströmenden NO<sub>2</sub> benutzt, um die Rußpartikel, welche sich in dem CRT-Filter angesammelt haben, zu CO<sub>2</sub> zu oxidieren. Es steht somit ein System zur Verfügung, welches durch das CRT-Filter die Rußpartikel aus dem Abgas entfernt, bei welchem aber gleichzeitig eine Regeneration des CRT-Filters während des normalen Motorbetriebs erfolgt. Auf diese Weise erzielt man einen guten Wirkungsgrad bei der Abgasreinigung und insbesondere ein System mit einem hohen Grad an Wartungsfreiheit. Eine Besonderheit im Hinblick auf die Regeneration des CRT-Filters besteht allerdings darin, dass die Oxidation der Rußpartikel nur in einem begrenzten Temperaturbereich erfolgt. Befindet sich der CRT-Filter jedoch auf einer Temperatur außerhalb dieses Temperaturbereiches, so findet während des Motorbetriebs zwar eine Beladung des CRT-Filters statt, eine Regeneration bleibt hingegen aus. Insgesamt belädt sich der Filter also mit zunehmender Motorenlaufzeit, was zu unzulässig hohen Abgasgegendrücken bis hin zum Verstopfen der Abgasleitung führt. Hohe Abgasgegendrücke haben den Nachteil, dass sie den Betrieb des Motors beeinflussen, welcher im Allgemeinen auf einen bestimmten Abgasgegendruckbereich optimiert ist. Ferner führt das Verstopfen des CRT-Filters dazu, dass seine Lebensdauer verringert wird. Somit geht die erwünschte Wartungsfreiheit des Systems verloren.

**[0003]** Eine Abgasreinigungsanlage ist beispielsweise auch aus der DE 197 31 865 C2 bekannt. Die dort beschriebenen Abgaskatalysatoren dienen vor allem der Reduzierung von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) im Abgas von Dieselmotoren. In einem Oxidationskatalysator wird, wie bereits oben in Zusammenhang mit einem CRT-Filter erläutert, zunächst das im Abgas vorhandene NO in NO<sub>2</sub> umgewandelt. In der nachfolgenden Speicherkomponente werden die Stickoxide dann beispielsweise als Bariumnitrat gespeichert. Die beladenen Speicherkatalysatoren müssen von Zeit zu Zeit regeneriert werden, wobei die Stickoxide zu Stickstoff reduziert und an das Abgas abgegeben werden. Für diese Regeneration ist es erforderlich, im Abgasstrom Fettphasen bei einem Luftverhältnis  $\lambda < 1$  zu realisieren, was insbesondere bei Dieselmotoren problematisch ist. Es hat sich als nützlich herausgestellt, für die Regeneration des Speicherkatalysators den Abgasstrom anzufetten. Die Anfettung, d. h. das Bereitstellen eines Reduktionsmittels, kann beispielsweise durch Kraftstoff (HC) realisiert werden. Es hat sich hierbei als nachteilig erwiesen, dass bei der Regeneration eines zu stark beladenen Katalysators unerwünschte Nebenprodukte entstehen. Das Entstehen derartiger Nebenprodukte wird ebenfalls durch eine zu geringe Anfettung des Abgasstroms begünstigt. Eine Erhöhung der Anfettung des Abgasstroms zieht jedoch einen zusätzlichen Kraftstoffverbrauch nach sich, wobei dieser zusätzliche Kraftstoffverbrauch unter anderem durch die Sauerstoffmenge bestimmt wird, die im Abgas vorhanden und/oder im vorgeschalteten Oxidationskatalysator eingelagert ist.

**[0004]** Insbesondere sind als DeNO<sub>x</sub>-Katalysatoren beim Dieselmotor SCR-Katalysatoren mit Harnstoff-Dosiersystemen (insbesondere für Nutzkraftwagen) sowie Speicherkatalysatoren (insbesondere für Personenkraftwagen) bekannt. Der Speicherkatalysator wird über sogenannte Abgas-Fettphasen mit  $\lambda < 0,95$  regeneriert. Diese Fettphasen lassen sich innermotorisch im unteren Drehzahl- und Lastbereich darstellen. Bei höheren Drehzahlen und Drehmomenten ist dies ohne Nachteil nur mit z. B. externer Zudosierung möglich. Eine Nacheinspritzung mit hohen Einspritzdrücken in den Brennraum hat den Nachteil der Ölverdünnung und kommt deshalb nicht in Betracht. Eine Zudosierung mit einer Einspritzdüse direkt in den Abgastrakt und Vorwärmung des Kraftstoffs mit z. B. einer Glühstiftkerze hat wegen zu niedriger Temperatur des Kraftstoffs und unzureichender Aufbereitung bisher keine zufriedenstellenden Ergebnisse geliefert. Zweckmäßigerweise weist eine Abgasreinigungsanlage zur optimalen Abgasreinigung sowohl einen Partikelfilter bzw. CRT-Filter, als auch eine geeignete Katalysatoranordnung auf.

## Vorteile der Erfindung

**[0005]** Die Erfindung baut auf der Abgasreinigungsanlage des Standes der Technik dadurch auf, dass Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau im CRT-Filter und/oder einen wirksamen Betrieb der Katalysatoranordnung erforderliche Temperatur vorgesehen sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Zeiträume, in welchen eine Regeneration des CRT-Filters oder der Katalysatoranordnung stattfinden muß, vergrößert werden. Somit kommt es erheblich seltener zu den nachteiligen Motorbetriebsphasen, in welchen praktisch ausschließlich eine Beladung des CRT-Filters bzw. der Katalysatoranordnung vorliegt. Man vermeidet so die unzulässige Erhöhung des Abgasgegendrucks und die Verstopfung des CRT-Filters. Die Lebensdauer des CRT-Filters wird erhöht, was im Hinblick auf die Wartungsintervalle des Systems von Vorteil ist.

**[0006]** Erfindungsgemäß ist nun auch eine NO<sub>x</sub>-Reduktion auch bei hohen Abgasvolumenströmen möglich. Es wird im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen keine Vorwärmung des als Reduktionsmittel zugeführten Kraftstoffs und keine hohe elektrische Energie benötigt (herkömmlicherweise Verdampfung des Kraftstoffs mit Glühstiftkerze). Die erfindungsgemäße Abgasreinigungsanlage zeichnet sich durch eine kompakte Bauweise aus und kommt vollständig ohne eine Druckluftunterstützung zur Zuführung des Reduktionsmittels in einen Abgastrakt aus.

**[0007]** Bevorzugt umfassen die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur mindestens einen Brenner, insbesondere

eine Flammglühkerze. Mit einer solchen Flammglühkerze vor dem CRT-Filter ist es möglich, die Temperatur des Abgasstroms durch Verbrennen von zugeführtem Kraftstoff zu erhöhen und damit anzupassen. Dies empfiehlt sich insbesondere vor der Anspringttemperatur eines gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysators, welche bei ca. 220°C liegt, da vor dem Anspringen des Oxidationskatalysators das Abgas noch nicht durch Reaktionswärme der in dem Oxidationskatalysator stattfindenden Prozesse erwärmt wird. Auch die Anordnung eines Brenners bzw. einer Flammglühkerze unmittelbar vor der Katalysatoranordnung erweist sich als vorteilhaft, da auch hier eine gewünschte Katalysatortemperatur in einfacher Weise einstellbar ist. Es ist denkbar, sowohl dem CRT-Filter als auch der Katalysatoreinrichtung jeweils einen Brenner zuzuordnen, wobei sich diese Maßnahme insbesondere dann als günstig erweist, wenn die optimalen Betriebstemperaturen der Katalysatoranordnung und des CRT-Filters unterschiedlich sind. Durch die erfindungsgemäß erzielte Temperaturerhöhung des Abgases durch Zufuhr des verbrannten Kraftstoffs ist das erfindungsgemäße Abgasreinigungssystem bereits bei niedrigen Abgastemperaturen wirksam. Das System eignet sich für aktive und passive Katalysatoren. Als zusätzlich vorteilhaft erweist sich, daß der Brenner beispielsweise in der kalten Jahreszeit zur Innenraumtemperierung des Kraftfahrzeugs verwendet werden kann.

[0008] Die Erfindung ist besonders dadurch vorteilhaft, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom umfassen, dass ein Oxidationskatalysator vorgesehen ist, dass die Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom in Strömungsrichtung des Abgases vor dem Oxidationskatalysator angeordnet sind und dass der Oxidationskatalysator in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter angeordnet ist. Durch diese Anordnung ist es möglich, dem Abgasstrom unverbrannten Kraftstoff zur Verfügung zu stellen, welcher in dem nachfolgenden Oxidationskatalysator oxidiert wird. Bei diesen Oxidationsprozessen wird Wärme freigesetzt, welche den hinter dem Oxidationskatalysator angeordneten CRT-Filter erwärmt und somit seine Temperatur anpasst.

[0009] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff durch eine Nacheinspritzung oder eine geteilte Einspritzung realisiert sind. Dies ist insbesondere bei der Verwendung eines Common-Rail-Systems von Vorteil. Bei der Speichereinspritzung ("Common Rail") sind Druckerzeugung und Einspritzung entkoppelt. Der Einspritzdruck wird unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt und steht im "Rail" (Kraftstoffspeicher) für die Einspritzung bereit. Einspritzzeitpunkt und Einspritzmenge werden in einem elektronischen Steuergerät berechnet und von der Einspritzeinheit an jedem Motorzylinder umgesetzt. Mit einem Common-Rail-System lässt sich also unabhängig von den Vorgängen im Motor eine Nacheinspritzung beziehungsweise eine geteilte Einspritzung erzeugen. Legt man den Einspritzzeitpunkt der Einspritzung nun so fest, dass der Kraftstoff an der Verbrennung im Motor nur unvollständig teilnimmt beziehungsweise nicht teilnimmt, steht der Kraftstoff in dem Oxidationskatalysator als unverbrannter Kraftstoff und somit als Mittel zur Wärmeerzeugung und zur Temperaturanpassung zur Verfügung. Dies ist beispielsweise möglich, wenn man den Zeitpunkt für die Nacheinspritzung auf etwa 90° KW nach OT beziehungsweise an einen noch weiter verzögerten Zeitpunkt legt.

[0010] Bei nockengetriebenen Systemen können die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur vorteilhaft durch eine Spätverschiebung des Spritzbeginns realisiert sein. Eine solche Spätverschiebung führt auch dazu, dass Kraftstoff unvollständig im Motor verbrennt, somit zur Erzeugung von Reaktionswärme im Oxidationskatalysator und daher für eine Temperaturanpassung zur Verfügung steht.

[0011] Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Steuereinrichtung. Auf diese Weise hat man einen Einfluss auf die Anpassung der Abgastemperatur und kann so je nach den aktuellen Erfordernissen optimale Betriebsparameter zur Verfügung stellen.

[0012] In diesem Zusammenhang ist es von besonderem Vorteil, wenn Temperatursensoren in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter angeordnet sind und wenn die Temperatursensoren mit Eingängen der Steuereinrichtung verbunden sind. Die Steuereinrichtung kann also je nach der an den Messpunkten vorliegenden Temperaturen die entsprechenden Maßnahmen ergreifen, um die Abgastemperatur anzupassen.

[0013] Aus vergleichbaren Gründen ist es vorteilhaft, wenn Drucksensoren in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter angeordnet sind und wenn die Drucksensoren mit Eingängen der Steuereinrichtung verbunden sind. Beispielsweise lässt sich durch zwei Drucksensoren, wobei ein Drucksensor vor dem CRT-Filter und ein Drucksensor hinter dem CRT-Filter angeordnet ist, die Druckdifferenz dieser Bereiche vor dem CRT-Filter und hinter dem CRT-Filter ermitteln, wodurch man eine Information über die Beladung des CRT-Filters erhält. Eine derartige Überwachung des Differenzdruckes ist auch aus sicherheitstechnischen Gründen von Vorteil.

[0014] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Abgasreinigungsanlage ist in Strömungsrichtung hinter dem CRT-Filter ein weiterer Oxidationskatalysator angeordnet.

[0015] Dieser kann in vorteilhafter Weise zum Abfangen von Kraftstoffschlupf (HC-Schlupf) eingesetzt werden.

[0016] Es ist vorteilhaft, wenn die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Abgastemperatur erzeugen, die im Bereich von etwa 250°C bis 500°C liegt. In diesem Bereich kann in vorteilhafter Weise in dem CRT-Filter eine Oxidation von Rußpartikeln unter Verwendung von Sauerstoff aus dem in den CRT-Filter einströmenden NO<sub>2</sub> erfolgen.

[0017] Es kann aber auch vorteilhaft sein, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Abgastemperatur erzeugen, die im Bereich oberhalb von etwa 550°C liegt. In diesem Bereich erfolgt eine Umsetzung der Rußpartikel durch thermische Oxidation, so dass auch außerhalb des eigentlichen Betriebsbereiches des CRT-Filters eine Rußoxidation gewährleistet ist.

[0018] Es erweist sich als vorteilhaft, mittels des Brenners verbrannten Kraftstoff mit einem Reduktionsmittel, insbesondere unverbranntem Kraftstoff, in einer Mischkammer zu vermischen, bevor die so erhaltene Mischung dem eigentlichen Abgas bzw. Abgastrakt zugeführt wird. In einer derartigen Mischkammer ist eine gleichmäßige Vermengung und eine genaue Dosierung von verbranntem und unverbranntem Kraftstoff in einfacher Weise möglich.

[0019] Zweckmäßigerweise ist zwischen einer derartigen Mischkammer und der eigentlichen Katalysatoranordnung ein weiterer Katalysator, insbesondere ein Crack-Katalysator vorgesehen. Ein Crack-Katalysator ist insbesondere bei Verwendung von Kraftstoff (Dieselkraftstoff) als Reduktionsmittel vorteilhaft.

[0020] Es erweist sich ferner als vorteilhaft, die Zumischung des so erhaltenen Gemisches aus verbranntem und unver-

branntem Kraftstoff über ein in dem Abgastrakt, insbesondere mittig positioniertes Dosier- oder Sprührohr, oder über einen Ringkanal mit Bohrungen, zuzumischen.

[0021] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage ist ein insbesondere für Harnstoff verwendbares Dosiersystem vorgesehen, welches eine Mischkammer zur Bildung eines Aerosols aus einem zugeführten Reduktionsmittel, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, und zugeführter Luft aufweist, wobei der Mischkammer der Dieseldieselkraftstoff über ein Dosierventil und/oder die Luft über ein Luftregelventil zugeführt wird. Derartige Harnstoff-Dosiersysteme werden für unterschiedliche Anwendungen in Serie hergestellt, und sind daher relativ preiswert und unaufwendig bereitstellbar. Das Dosiersystem und die Mischkammer stellen hierbei einen Teil einer Einrichtung zum Anpassen der Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau in einem Partikelfilter bzw. für einen wirksamen Betrieb einer Katalysatoreinrichtung erforderliche Temperatur dar.

[0022] Zweckmäßigerweise ist ein der Mischkammer nachgeschalteter Brenner mit einem Brennerrohr und einer Zündeinrichtung ausgebildet. Durch die Nachschaltung des Brennerrohres ist es in optimaler Weise möglich, aus der Mischkammer 301 austretendes Aerosol beispielsweise direkt innerhalb des Abgastraktes zu verbrennen, wodurch eine wirksame Anpassung der Abgastemperatur auf eine gewünschte Temperatur möglich ist.

[0023] Die Erfindung baut auf dem gattungsgemäßen Verfahren dadurch auf, dass die Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau im CRT-Filter bzw. für einen wirksamen Betrieb der Katalysatoranordnung erforderliche Temperatur angepasst wird. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Zeiträume, in welchen eine Regeneration des CRT-Filters oder der Katalysatoranordnung stattfinden muß, vergrößert werden. Somit kommt es erheblich seltener zu den nachteiligen Motorbetriebsphasen, in welchen praktisch ausschließlich eine Beladung des CRT-Filters bzw. der Katalysatoranordnung vorliegt.

[0024] Es ist vorteilhaft, wenn bei einer Abgastemperatur, welche der Betriebstemperatur eines in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter angeordneten Oxidationskatalysators entspricht, die Abgastemperatur durch Wärme angepasst wird, die durch Prozesse in dem Oxidationskatalysator freigesetzt wird. Der Oxidationskatalysator dient also sowohl der Oxidation von Stoffen, die sich in dem Abgas befinden, als auch als Mittel zum Bereitstellen von Wärme. Bei den Oxidationsprozessen wird Wärme freigesetzt, welche den hinter dem Oxidationskatalysator angeordneten CRT-Filter erwärmt und somit seine Temperatur anpasst.

[0025] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Abgastemperatur durch das Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom angepasst wird. Dieser unverbrannte Kraftstoff steht dann im Oxidationskatalysator für exotherme Reaktionen zur Verfügung, so dass der Abgasstrom erwärmt werden kann.

[0026] Insbesondere ist von Vorteil, wenn unverbrannter Kraftstoff in den Abgasstrom eingespritzt wird. Dieser Einspritzvorgang lässt sich durch verschiedene Mittel bewerkstelligen, beispielsweise durch eine separate Einspritzdüse.

#### Zeichnungen

[0027] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand spezieller Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

[0028] Dabei zeigt:

[0029] Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer ersten Ausführungsform einer Abgasreinigungsanlage mit CRT-Filter;

[0030] Fig. 2 einen schematischen Aufbau einer zweiten Ausführungsform einer Abgasreinigungsanlage mit CRT-Filter;

[0031] Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung von Einspritzvorgängen;

[0032] Fig. 4 ein blockschaltbildartiges Diagramm zur Erläuterung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage mit einer Katalysatoranordnung; und

[0033] Fig. 5 ein blockschaltbildartiges Diagramm zur Erläuterung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0034] Zum besseren Verständnis der Erfindung werden zunächst die allgemeinen motorischen Maßnahmen zur Unterstützung der Regeneration eines CRT-Filters erläutert. Diese sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

#### Tabelle

[0035] Motorische Maßnahmen zur Unterstützung der Regeneration eines CRT-Filters:

Abgastemperatur (ca.)	Maßnahmen	
< 250°C	keine	5
250°C bis 500°C	Betriebsbereich des CRT-Systems; Zusatzmaßnahmen, z.B. Katalytbrenner	10
> 450°C	Katalytische Rußoxidation; additiv gestützte Rußoxidation	15
> 550°C	thermische Rußoxidation	20

[0036] Man erkennt, dass der Betriebsbereich des CRT-Systems vergleichsweise klein ist, woran besonders deutlich wird, dass das erfindungsgemäße Anpassen der Abgastemperatur entsprechende Vorteile mit sich bringen kann.

[0037] Fig. 1 zeigt schematisch eine Abgasreinigungsanlage mit einem CRT-Filter 10. Dem CRT-Filter 10 ist ein Oxidationskatalysator 12 vorgeschaltet. Der Oxidationskatalysator 12 empfängt den Abgasstrom aus einem Motor 14. Ferner sind eine elektronische Steuerung 16, ein Temperatursensor 18 und zwei Drucksensoren 20, 22 vorgesehen. Ein Differenzdruck  $\Delta p$  der von den Drucksensoren gemessenen Drücke ist ermittelbar. Der von dem Motor 14 ausgestoßene Abgasstrom enthält Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Kraftstoff (HC), Kohlenmonoxid (CO) und Partikel, das heißt im wesentlichen Ruß (PM ("Particulate Matter")). Dieser Abgasstrom wird in dem Oxidationskatalysator teilweise umgesetzt. Insbesondere wird das durch die motorische Verbrennung entstandene NO zu  $\text{NO}_2$  umgewandelt. Ferner findet eine Oxidation des Kraftstoffs (HC) und des Kohlenmonoxids (CO) statt. Hinter dem Oxidationskatalysator 12 sind im Abgasstrom als wesentliche Bestandteile Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Partikel (PM) enthalten. In dem CRT-Filter werden nun die Partikel herausgefiltert, wodurch das CRT-Filter 10 beladen wird. Ferner findet in dem Betriebstemperaturbereich des CRT-Filters 10 eine Regeneration des Filters statt, bei welcher die Rußpartikel unter Beteiligung von  $\text{NO}_2$  oxidiert werden. Aus dem CRT-Filter werden unter anderem Stickoxide  $\text{NO}_x$  und  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Um die Temperatur des Abgasstroms hinter dem Oxidationskatalysator 12 anzupassen, wird die Temperatur dort durch einen Temperatursensor 18 gemessen. Der so erfasste Messwert wird der elektronischen Steuerung 16 eingegeben. Ferner wird vor und hinter dem CRT-Filter durch jeweils einen Drucksensor 20, 22 ein Druck gemessen, die Druckdifferenz  $\Delta p$  wird ermittelt und ebenfalls der elektronischen Steuerung 16 als Eingangswert eingegeben. Diese Eingangswerte werden in der elektronischen Steuerung 16 verarbeitet und in Abhängigkeit dieser Werte werden die Betriebsbedingungen des Motors, beispielsweise der Einspritzzeitpunkt einer Nacheinspritzung gesteuert. Bei einem Common-Rail-System kann die Temperatur des Abgasstroms beispielsweise dadurch beeinflusst werden, dass aufgrund eines geeignet gewählten Zeitpunktes für die Nacheinspritzung eine entsprechende Menge an unverbranntem Kraftstoff in dem Abgasstrom vorliegt. Dieser wird in dem Oxidationskatalysator 12 oxidiert, wodurch eine gewünschte Wärmemenge entsteht. Diese Wärmemenge wird genutzt, um den Abgasstrom aufzuheizen und somit dem CRT-Filter 10 die gewünschte Betriebstemperatur zur Verfügung zu stellen. Durch die Druckdifferenzmessung der Drucksensoren 20, 22 kann sichergestellt werden, dass der Abgasgegendruck, welcher durch die Beladung des CRT-Filters 10 entsteht, keinen unzulässig hohen Wert annimmt. Ferner können die Betriebseinstellungen des Motors über die elektronische Steuerung 16 so beeinflusst werden, dass die Regeneration des CRT-Filters 10 durch geeignete Temperaturanpassung des Abgasstroms beschleunigt wird. Liegt einnockengetriebenes System vor, so kann die Menge an unverbranntem Kraftstoff im Abgasstrom durch eine Spätverschiebung des Spritzbeginns realisiert werden, was ebenfalls zu der gewünschten Temperaturerhöhung des CRT-Filters 10 aufgrund der Oxidation des Kraftstoffs im Oxidationsfilter 12 führt. Ebenfalls kann die Temperatur des CRT-Filters 10 in einem Bereich oberhalb von 550°C gebracht werden, in welchem eine thermische Rußoxidation stattfindet. Dies kann bei Common-Rail-Systemen ebenfalls durch eine geeignete Nacheinspritzung erreicht werden.

[0038] In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage dargestellt. Zusätzlich zu den bereits in Zusammenhang mit Fig. 1 erläuterten Komponenten ist ein zweiter Oxidationskatalysator 24 vorgesehen. Diesem zweiten Oxidationskatalysator 24 vorgelagert und dem CRT-Filter 10 nachgelagert ist ein zweiter Temperatursensor 26 angeordnet. Vor dem ersten Oxidationskatalysator 12 befindet sich eine Flammglühkerze 28.

[0039] Diese Flammglühkerze 28 kann dazu verwendet werden, den Temperaturbereich zwischen der Starttemperatur und der Anspringtemperatur des ersten Oxidationskatalysators 12 zu überbrücken. Diese Flammglühkerze 28 verbrennt zugeführten Kraftstoff, so dass eine Temperaturerhöhung und damit eine erfindungsgemäße Temperaturanpassung stattfindet. Sobald der Oxidationskatalysator 12 auf Betriebstemperatur ist (ab ca. 220°C), kann eine weitere Temperaturerhöhung durch die in dem ersten Oxidationskatalysator 12 stattfindenden Reaktionen erreicht werden, insbesondere durch die Umsetzung von unverbranntem Kraftstoff. Ebenfalls kann die Flammglühkerze 28 verwendet werden, um die Temperaturlücke zwischen dem Betriebsbereich des CRT-Systems (etwa 250°C bis 500°C) bis zu dem Einsetzen der thermischen Rußoxidation (550°C) zu überbrücken. Diese Überbrückung ist insbesondere bei nockengetriebenen Systemen nützlich, während bei Common-Rail-Systemen die Überbrückung bevorzugt durch eine geeignete Nacheinspritzung er-

reicht wird. Der zweite Oxidationskatalysator 24 dient insbesondere zur Abfangen von Kraftstoffschlupf (HC-Schlupf).

[0040] In Fig. 3 ist ein Diagramm dargestellt, in welchem die vorteilhafte Wirkung einer Nacheinspritzung beschrieben wird. Auf der Y-Achse ist die Einspritzmenge in den Motor aufgetragen; auf der X-Achse ist die Kurbelwellenstellung (KW) nach dem oberen Totpunkt (OT) dargestellt. Im Bereich von OT findet eine Haupteinspritzung 30 statt. Wird eine Nacheinspritzung 32 bei 20°KW durchgeführt, so nimmt der eingespritzte Kraftstoff noch vollständig an der Verbrennung teil. Wird die Nacheinspritzung 34 jedoch erst bei 40°KW durchgeführt, so nimmt der eingespritzte Kraftstoff nur unvollständig an der Verbrennung teil. Der Kraftstoff steht also teilweise für eine Temperaturerhöhung durch Reaktionsprozesse in dem vorgeschalteten Oxidationskatalysator 12 zur Verfügung. Bei einer Nacheinspritzung 36 bei 90°KW oder später nimmt der Kraftstoff nicht mehr an der Verbrennung im Motor teil, so dass er vollständig für eine Temperaturerhöhung durch Reaktionsprozesse in dem vorgeschalteten Oxidationskatalysator 12 zur Verfügung steht.

[0041] Die Fig. 4 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage in schematischer Darstellung. Von einem schematisch dargestellten Verbrennungs- bzw. Dieselmotor 100 abgegebene Abgase sind hierbei katalytisch zu reinigen. Die Abgase treten aus dem Verbrennungsmotor in eine Abgasleitung (einen Abgastrakt) 5 ein. Diese Abgase setzen sich hauptsächlich aus Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser sowie zu geringem Teil aus Schadstoffen zusammen. Zu diesen Schadstoffen zählen Kohlenmonoxid, unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Bleiverbindungen und Partikel (Ruß). Mittels Oxidationskatalysatoren, welche in einer Katalysatoranordnung 1 enthalten sein können, werden nicht vollständig verbrannte Kohlenwasserstoffe sowie Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert. Vorhandene Stickoxide werden durch Reduktionskatalysatoren beseitigt. Zu diesem Zwecke weist die Katalysatoranordnung 1 einen (nicht im einzelnen dargestellten) DeNOx-Katalysator auf. Letztere können über einen bestimmten Zeitraum Stickoxide aufnehmen und müssen dann für einen relativ geringen Zeitraum regeneriert werden. Bei dieser Regeneration werden die Stickoxide zu Stickstoff reduziert und wieder an den Abgasstrom abgegeben. Dieser Reduktionsprozeß erfordert eine Sauerstoffarme Umgebung (fettes Gemisch) bei einem Luftverhältnis von  $\lambda < 1$ . Zu diesem Zweck wird der Abgasleitung 5 über eine Leitung 6 ein Reduktionsmittel zudosiert. Man erkennt, daß der Eintritt der Leitung 6 in die Abgasleitung 5 stromaufwärts der Katalysatoranordnung 1 erfolgt.

[0042] Die insgesamt mit 2 bezeichnete Zuführeinrichtung zur Zufuhr von Reduktionsmittel des dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage weist einen Brenner 2a, eine Mischkammer 2b und, optional, einen weiteren Katalysator 2c, beispielsweise einen Crack-Katalysator, auf.

[0043] Dem Brenner 2a, welcher insbesondere als Dieselsatzheizung ausgebildet sein kann, welcher beispielsweise in der kalten Jahreszeit zur Unterstützung der Innenraumtemperierung verwendet werden kann, wird, wie mittels Pfeilen K, L schematisch dargestellt ist, Kraftstoff und Luft zugeführt. In dem Brenner 2a erfolgt eine wenigstens teilweise Verbrennung des zugeführten Kraftstoffs. Das Abgas des Brenners 2a wird nach Durchlaufen einer Mischstrecke 3 bzw. einer Mischkammer 2b und eventuellem Zwischenschalten des Katalysators 2c dem eigentlichen Abgassystem des Motors vor der Katalysatoranordnung 1 zugeführt (wie bereits erwähnt, durch Eintritt der Leitung 6 in die Abgasleitung 5). Der Katalysatoranordnung nachgeschaltet ist zweckmäßigerweise ein NO<sub>x</sub>-Sensor 1a, welcher mit einer in Fig. 4 nicht dargestellten Steuereinrichtung in Wirkverbindung steht, über welcher die Zudosierung von verbranntem Kraftstoff bzw. Reduktionsmittel steuerbar ist. In der Mischstrecke 3 bzw. der Mischkammer 2b erfolgt die Zudosierung eines geeigneten Reduktionsmittels, beispielsweise Harnstoff oder unverbrannter Kraftstoff (Pfeil R). Insbesondere bei Verwendung von Kraftstoff als Reduktionsmittel erweist sich die Zwischenschaltung des Katalysators 2c als vorteilhaft.

[0044] Die vorstehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

[0045] In Fig. 5 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage dargestellt.

[0046] Wesentliche Komponente der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform ist ein kraftstoffbeständiges, modifiziertes Harnstoff-Dosiersystem, welches insgesamt mit 300 bezeichnet ist. Unter Harnstoff-Dosiersystem wird hierbei ein Dosiersystem verstanden, welches herkömmlicherweise zur Dosierung von Harnstoff verwendet wurde. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es jedoch vorgesehen, daß ein derartiges Dosiersystem auch für andere geeignete Reduktionsmittel, wie beispielsweise Dieseldieselkraftstoff, verwendet werden kann.

[0047] Man erkennt, daß einer Mischkammer 301 unter Zwischenschaltung eines Luftregelventils 302 Luft aus einem Fahrzeugspeicher (Pfeil L), und Dieseldieselkraftstoff aus dem Kraftstoffkreislauf des Fahrzeugs über ein Dosierventil 302 (Pfeil D) zuführbar ist. Die Mischkammer 301 sowie das Luftregelventil 302 und das Dosierventil 303 sind Komponenten des herkömmlicherweise für Harnstoff verwendeten Dosiersystems 300. Es ist möglich, auf eine Dosiermittelpumpe zur Beaufschlagung des Dosierventils 303 zu verzichten, und Dieseldieselkraftstoff direkt von einer (nicht dargestellten) Vorförderpumpe des Einspritzsystems zu verwenden. Die in der Mischkammer 301 benötigte Luft wird von einem Druckluftsystem des Fahrzeugs oder über ein kleines elektrisch angetriebenes Gebläse bereitgestellt, und dient zur Aerosolerzeugung und dem Transport des so erhaltenen Dieseldieselkraftstoff-Luft-Gemisches von der Mischkammer 301 zu einem Brennerrohr 304. Das Brennerrohr steht mit einer Zündeinrichtung 305 in Wirkverbindung. Ein Ende des Brennerrohres 304 und die Zündeinrichtung 305 befinden sich im Abgastrakt 306 vor einem Partikelfilter, beispielsweise einem CRT-Filter und/oder einer zu erwärmenden Katalysatoreinrichtung. Der Partikelfilter und die Katalysatoranordnung sind hier nicht im einzelnen dargestellt, sondern insgesamt als Abgasnachbehandlungssystem 310 bezeichnet. Das Brennerrohr 304 und die Zündeinrichtung 305, welche zweckmäßigerweise als Glühkerze oder Piezozünder oder ähnliches ausgebildet ist, sind in Brenner 311, welcher unmittelbar in dem Abgastrakt 306 angeordnet ist, integriert ausgebildet.

[0048] Ein Steuergerät zum Steuern bzw. Regeln des Dosiersystems 300 ist mit 312 bezeichnet. Es kann sich hierbei um ein spezielles Steuergerät zur Steuerung des Dosiersystems handeln, wobei auch denkbar ist, das Dosiersystem und die Zündeinrichtung 305 direkt mittels eines Motor-Steuergeräts anzusteuern, da die gemäß dieser Ausführungsform notwendige Dosierstrategie relativ einfach ist.



1. Abgasreinigungsanlage mit einem in einem Abgastrakt vorgesehenen Partikelfilter, insbesondere CRT-Filter (10), und/oder einer Katalysatoranordnung (1), dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (2a, 2b; 12, 16, 18, 20, 22, 26, 28; 300, 305) zum Anpassen der Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau im Partikelfilter (10) bzw. für einen wirksamen Betrieb der Katalysatoranordnung (1) erforderliche Temperatur vorgesehen sind. 5
2. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur mindestens einen Brenner (2a; 28; 311), insbesondere eine Flammglühkerze, zum wenigstens teilweisen Verbrennen von dem Abgas zuführbaren Kraftstoff aufweisen.
3. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom umfassen, dass ein Oxidationskatalysator (12) vorgesehen ist, dass die Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom in Strömungsrichtung des Abgases vor dem Oxidationskatalysator (12) angeordnet sind und dass der Oxidationskatalysator (12) in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter (10) angeordnet ist. 10 15
4. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Zuführen von unverbranntem Kraftstoff durch eine Nacheinspritzung oder eine geteilte Einspritzung realisiert sind.
5. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur bei nockengetriebenen Systemen durch eine Spätverschiebung des Spritzbeginns realisiert sind. 20
6. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Steuereinrichtung (16, 312) umfassen.
7. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass Temperatursensoren (18, 26) in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter (10) angeordnet sind und dass die Temperatursensoren (18, 26) mit Eingängen der Steuereinrichtung (16) verbunden sind. 25
8. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass Drucksensoren (20, 22) in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter (10) angeordnet sind und dass die Drucksensoren (20, 22) mit Eingängen der Steuereinrichtung (16) verbunden sind. 30
9. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung hinter dem CRT-Filter (10) ein weiterer Oxidationskatalysator (24) angeordnet ist.
10. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Abgastemperatur erzeugen, die im Bereich von etwa 250°C bis 500°C liegt. 35
11. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Anpassen der Abgastemperatur eine Abgastemperatur erzeugen, die im Bereich oberhalb von etwa 550°C liegt.
12. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mischkammer (26) zur Mischung von mittels des Brenners verbranntem Kraftstoff mit Reduktionsmittel, insbesondere unverbranntem Kraftstoff, vorgesehen ist. 40
13. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch einen zwischen der Mischkammer und der Katalysatoreinrichtung vorgesehenen weiteren Katalysator, insbesondere einen Crack-Katalysator.
14. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein insbesondere für Harnstoff verwendbares Dosiersystem (300) vorgesehen ist, welches eine Mischkammer (301) zur Aerosolbildung aus einem zugeführten Reduktionsmittel, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, und zugeführter Luft aufweist, wobei der Mischkammer (301) die Luft über ein Luftregelventil (302) und/oder das Reduktionsmittel über ein Dosierventil (303) zugeführt wird. 45
15. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner als der Mischkammer (301) nachgeschalteter Brenner (311) mit einem Brennerrohr (304) und einer Zündeinrichtung (305) ausgebildet ist. 50
16. Verfahren zur Abgasreinigung unter Verwendung eines CRT-Filters und/oder einer Katalysatoranordnung (10; 1; 310), dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur an eine für einen Partikelabbau im CRT-Filter (10; 310) bzw. für einen wirksamen Betrieb der Katalysatoranordnung (1; 310) erforderliche Temperatur angepasst wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur mittels eines Brenners (2a; 28; 311), insbesondere einer Flammglühkerze, zum wenigstens teilweisen Verbrennen von dem Abgas zuführbaren Kraftstoff, angepasst wird. 55
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abgastemperatur unterhalb der Betriebstemperatur eines in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter (10) angeordneten Oxidationskatalysators (12) die Abgastemperatur durch die Flammglühkerze (28) angepasst wird. 60
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abgastemperatur, welche der Betriebstemperatur eines in Strömungsrichtung des Abgases vor dem CRT-Filter (10) angeordneten Oxidationskatalysators (12) entspricht, die Abgastemperatur durch Wärme angepasst wird, die durch Prozesse in dem Oxidationskatalysator (12) freigesetzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur durch das Zuführen von unverbranntem Kraftstoff zu dem Abgasstrom angepasst wird. 65
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass unverbrannter Kraftstoff in den Abgasstrom eingespritzt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abgasstrom durch eine Nacheinspritzung oder eine geteilte Einspritzung unverbrannter Kraftstoff zur Verfügung gestellt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abgasstrom bei einem nokkengetriebenen System durch eine Spätverschiebung des Spritzbeginns unverbrannter Kraftstoff zur Verfügung gestellt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur durch eine Steuereinrichtung (16; 312) angepasst wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Abgasstroms durch Temperatursensoren (18, 26) erfasst wird, welche in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter (10) angeordnet sind, und dass die Temperatur des Abgasstroms in Abhängigkeit der von den Temperatursensoren (18, 26) erfassten Temperatur angepasst wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Abgasstroms durch Drucksensoren (20, 22) erfasst wird, welche in Strömungsrichtung des Abgases vor und/oder nach dem CRT-Filter (10) angeordnet sind, und dass die Temperatur des Abgasstroms in Abhängigkeit der von den Drucksensoren (20, 22) erfassten Drücke angepasst wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Abgasstrom durch einen weiteren in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem CRT-Filter (10) angeordneten Oxidationskatalysator (24) geleitet wird.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abgastemperatur erzeugt wird, die in einem Bereich von etwa 250°C bis 500°C liegt.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abgastemperatur erzeugt wird, die in einem Bereich oberhalb von etwa 550°C liegt.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Mischkammer (2b) mittels des Brenners (2a) verbrannter Kraftstoff mit Reduktionsmittel, insbesondere unverbranntem Kraftstoff, vermischt wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

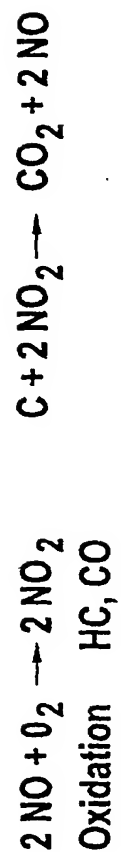
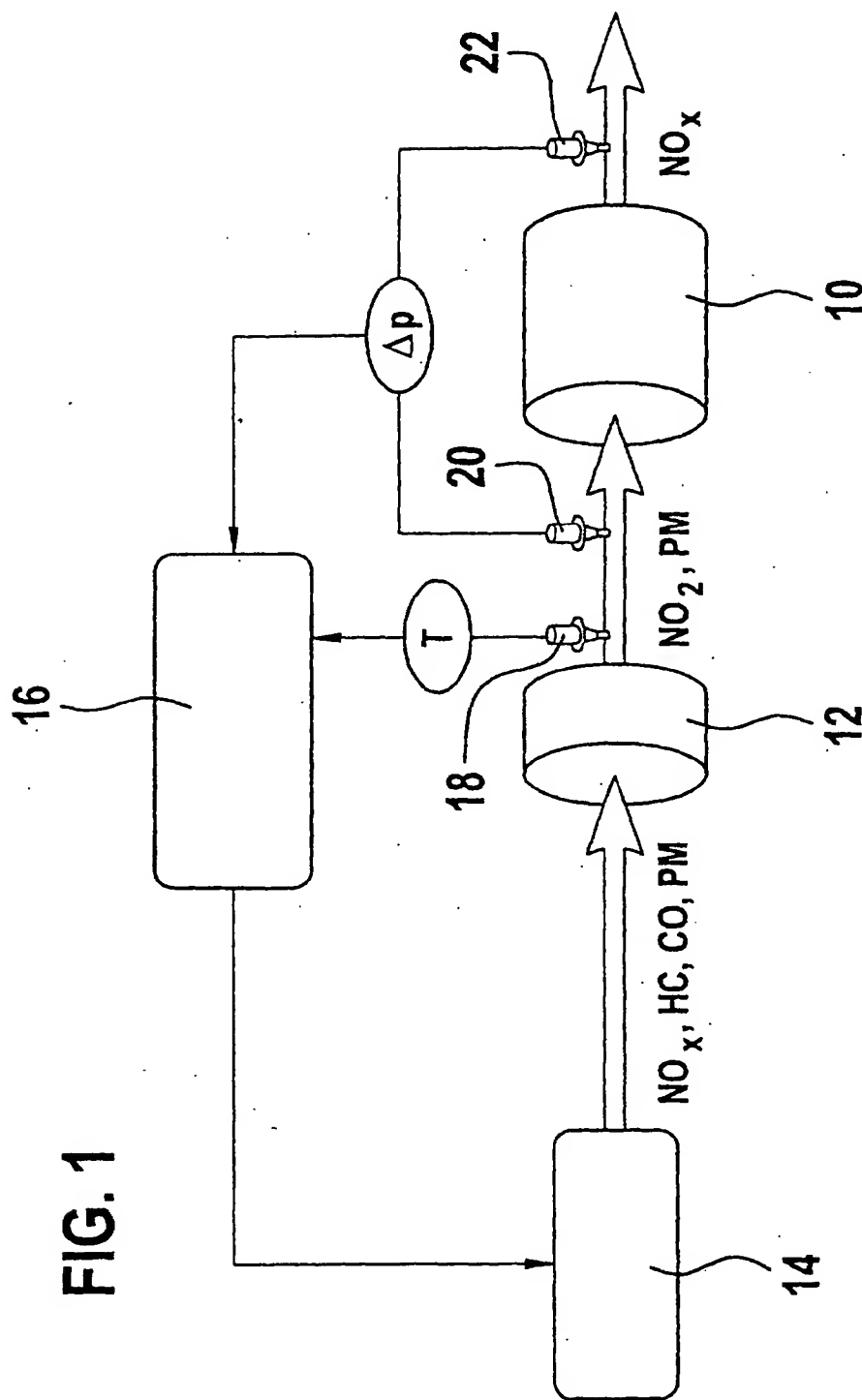


FIG. 2

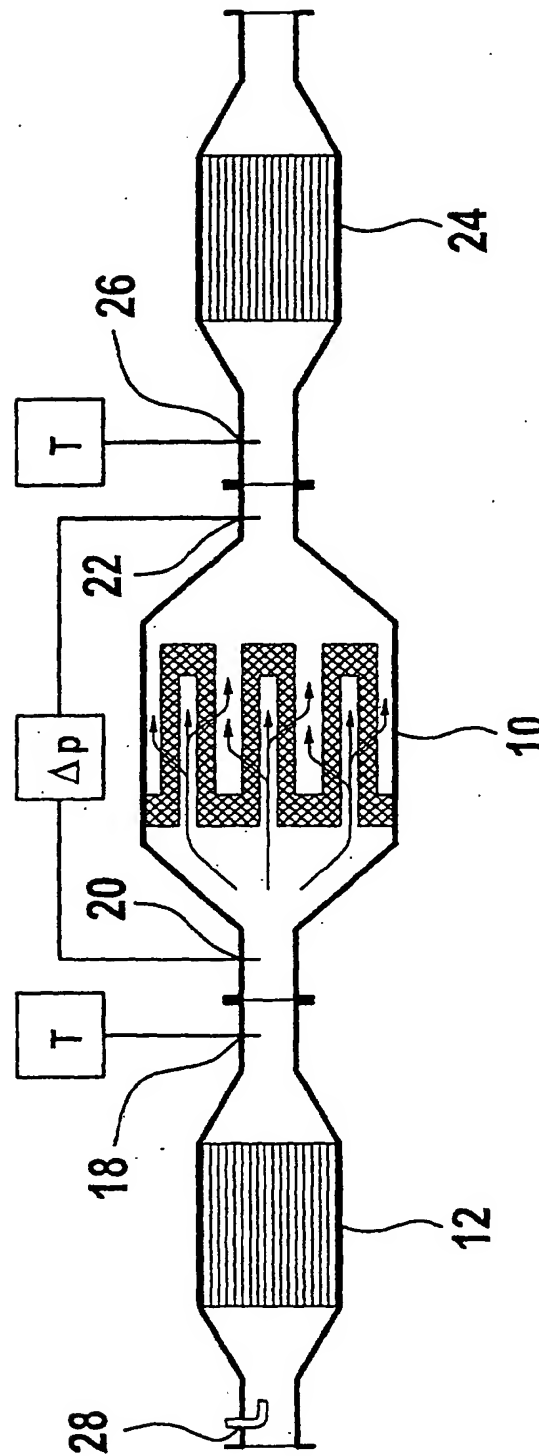


FIG. 3

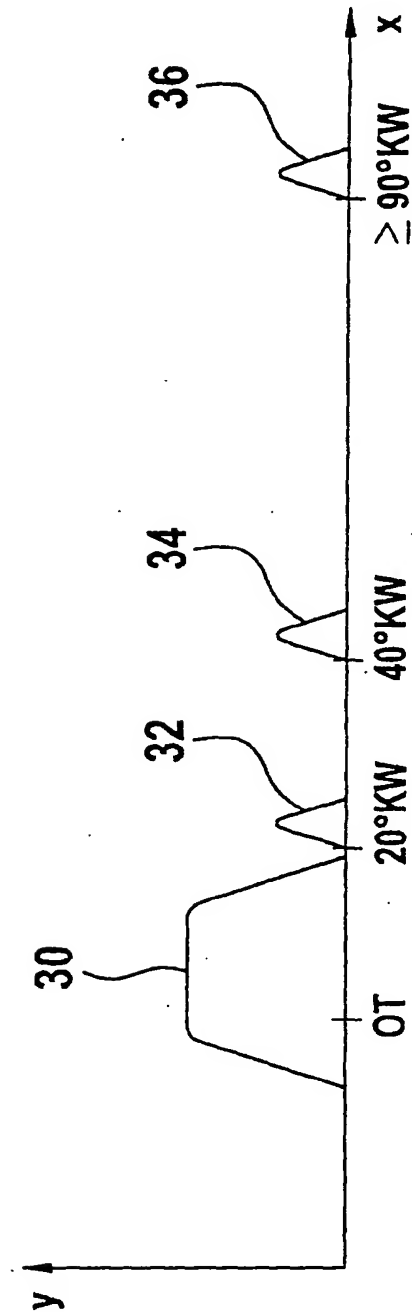


FIG. 4

